

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-008141

(43)Date of publication of application : 10.01.2003

(51)Int.Cl.

H01S 5/14

G02B 6/10

G02B 6/42

H01S 5/022

(21)Application number : 2001-

193108

(71)Applicant : SUMITOMO

ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing :

26.06.2001

(72)Inventor : YAMABAYASHI

NAOYUKI

NAKANISHI HIROMI

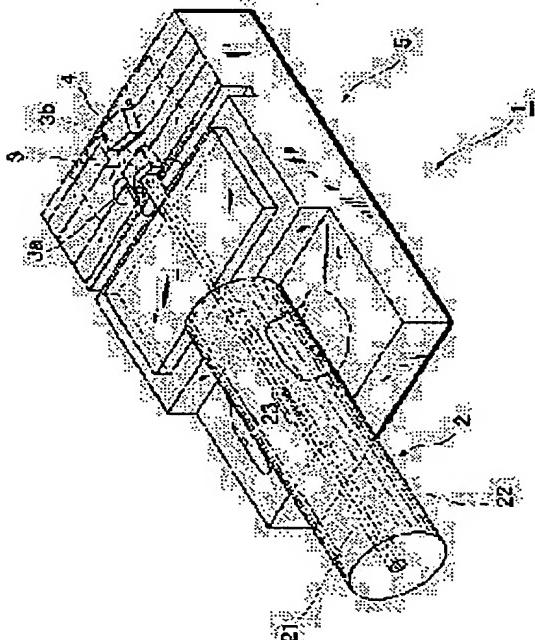
KUHARA MIKI

(54) LIGHT EMITTING DEVICE, OPTICAL MODULE, AND FIBER STUB

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light emitting device having a structure capable of diminishing the region where a pig tail fiber is arranged when the device is mounted on a circuit board.

SOLUTION: A light emitting device 1 is equipped with a fiber stub 2, a semiconductor optical amplifier 3, a photodiode 4, and an on-vehicle member 5 as main components. The fiber stub 2 is composed of a ferrule 22 and a grating fiber 21. The fiber stub 2 and the semiconductor optical amplifier 3 are mounted on a mounting member 5 and optically coupled with each other. An optical resonator is composed of the light reflecting surface of the semiconductor optical amplifier 3 and the diffraction grating 23 of the grating fiber 21. By this constitution, the light emitting device 1 is capable of providing a laser beam having a desired wavelength without using a pig tail optical fiber. The light emitting device 1 can be made smaller in size than one that uses a pig



BEST AVAILABLE COPY

tail optical fiber.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-8141

(P2003-8141A)

(43)公開日 平成15年1月10日(2003.1.10)

(51)Int.Cl.⁷
H 01 S 5/14
G 02 B 6/10
6/42
H 01 S 5/022

識別記号

F I
H 01 S 5/14
G 02 B 6/10
6/42
H 01 S 5/022

テマコード*(参考)
2 H 0 3 7
C 2 H 0 5 0
5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2001-193108(P2001-193108)

(22)出願日 平成13年6月26日(2001.6.26)

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 山林 直之

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 中西 裕美

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

(74)代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

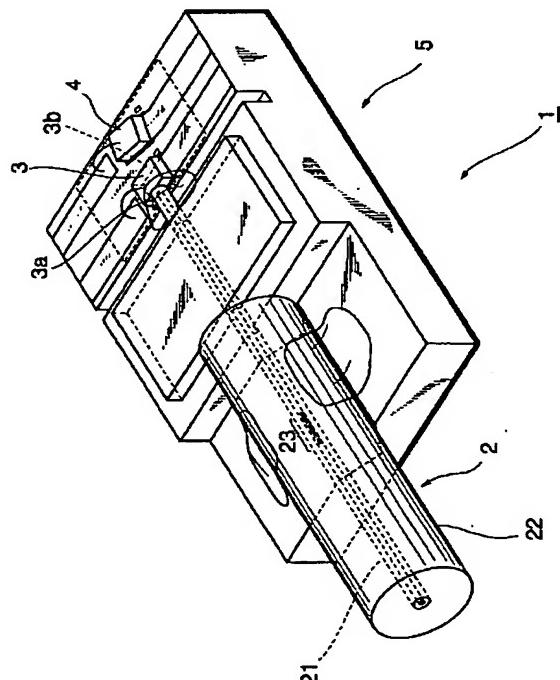
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光デバイス、光モジュール、及びファイバスタブ部品

(57)【要約】

【課題】 回路基板上に搭載の際、ピッグテールファイバの配置領域を縮小可能な構造を有する発光デバイスを提供する。

【解決手段】 発光デバイス1は、ファイバスタブ部品2、半導体光増幅素子3、フォトダイオード4、及び搭載部材5を主要部として有する。ファイバスタブ部品2は、フェルール22とグレーティングファイバ21とから構成される。ファイバスタブ部品2と半導体光増幅素子3とは搭載部材5上に搭載され、互いに光学的に結合している。そして、半導体光増幅素子3の光反射面とグレーティングファイバ21が有する回折格子23とから光共振器が構成される。このような構成により、発光デバイス1は、ピッグテール光ファイバを使用することなく、所望の波長を有するレーザ光を提供することができる。また、発光デバイス1は、ピッグテール光ファイバを用いた光ファイバに比べ、小型化され得る。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一端、他端および回折格子を有するグレーティングファイバと、一対の端面を有するフェルールとを有するファイバスタブ部品と、
前記グレーティングファイバの一端に光学的に結合される光放出面と光反射面とを有する半導体光増幅素子と、所定の軸に沿って配置された第 1、第 2 および第 3 の領域を有する搭載部材とを備え、
前記グレーティングファイバは前記一端および前記他端の間に設けられた第 1 および第 2 の部分を有し、前記フェルールは前記第 1 の部分に配置され、前記グレーティングファイバの他端は、前記フェルールの前記一対の端面の一方に現れており、
前記搭載部材の前記第 1 の領域は、前記所定の軸に沿って伸び前記フェルールを支持するフェルール支持部を有し、前記第 2 の領域は、前記所定の軸に沿って伸び前記グレーティングファイバを支持する光ファイバ支持部を有し、前記第 3 の領域は、前記半導体光増幅素子を搭載している素子支持部を有する、発光デバイス。

【請求項 2】 前記搭載部材は、前記所定の軸に交差するように前記第 2 の領域と前記第 3 の領域との間に設けられた突き当面を有し、
前記グレーティングファイバの一端は前記突き当面に接している、請求項 1 記載の発光デバイス。

【請求項 3】 前記フェルールは前記第 1 の部分に配置され、前記回折格子は前記第 2 の部分に設けられている、請求項 1 又は 2 に記載の発光デバイス。

【請求項 4】 前記フェルールおよび前記回折格子は前記第 1 の部分に配置されている、請求項 1～3 のいずれか一項に記載の発光デバイス。

【請求項 5】 前記搭載部材はセラミックスからなる、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の発光デバイス。

【請求項 6】 前記搭載部材はシリコンからなる、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の発光デバイス。

【請求項 7】 一端、他端および回折格子を有するグレーティングファイバと、一対の端面を有するフェルールと、を備え、
前記グレーティングファイバは前記一端および前記他端の間に設けられた第 1 および第 2 の部分を有し、前記フェルールは前記第 1 の部分に配置され、前記回折格子は前記第 2 の部分に設けられており、前記グレーティングファイバの他端は、前記フェルールの前記一対の端面の一方に現れている、ファイバスタブ部品。

【請求項 8】 一端、他端および回折格子を有するグレーティングファイバと、
一対の端面を有するフェルールと、を備え、
前記グレーティングファイバは前記一端および前記他端の間に設けられた第 1 および第 2 の部分を有し、前記フェルールおよび前記回折格子は前記第 1 の部分に配置され、前記グレーティングファイバの他端は、前記フェルールの前記一対の端面の一方に現れている、ファイバスタブ部品。

一端の前記一対の端面の一方に現れている、ファイバスタブ部品。

【請求項 9】 請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の発光デバイスと、

前記発光デバイスを収容するハウジングとを備え、
前記フェルールの第 1 の端面は、前記ハウジングの外に位置している、光モジュール。

【請求項 10】 請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の発光デバイスと、

10 前記発光デバイスを搭載すると共に複数のリード端子を有するリードフレームと、
前記フェルールの第 1 の端面が外に位置し、且つ前記複数のリード端子が突出するように、前記発光デバイスおよび前記リードフレームを封止する樹脂体とを備える、
光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は発光デバイス、光モジュール、及びファイバスタブ部品に関する。

【0002】

【従来の技術】 光通信システムの光伝送路を構成する光ファイバに入力する信号光を発生させるため、発光モジュールが広く用いられている。発光モジュールは、一般に、光信号を発生する半導体レーザ素子と、信号光を光ファイバへ導くレンズを含む光学系とを有する。半導体レーザ素子としては、ファブリペロー型半導体レーザ素子、又はDFB型半導体レーザ素子が用いられる。また、外部共振器型半導体レーザ装置が使用される発光モジュールもある。外部共振器型半導体レーザ装置では、

30 半導体光素子とプラグ回折格子とにより光共振器が構成される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 外部共振器型半導体レーザ装置を有する発光デバイスの例は、例えば、文献 1 (「Electronics Letters 20th June 1991 vol. 27 No. 13, pp. 1115-1116」)、文献 2 (特開平 6-5961 号公報)、文献 3 (WO 94/22187 号公報)、及び文献 4 (特開 2000-58975 号公報) に記載されている。

40 【0004】 特に、文献 1 に記載された発光デバイスにおいては、グレーティングファイバ部品と半導体光素子とを備える。このグレーティングファイバ部品は、着脱可能なコネクタを有し、これを介してパッケージに結合される。この構成の発光デバイスによれば、波長の異なる光を生成する発光デバイスを容易に得ることができる。まず、反射波長が異なる回折格子を設けた数種類のグレーティングファイバ部品を予め用意する。これらの中から、所望の反射波長を有するグレーティングファイバ部品を選択し、これをパッケージに取り付ける。これにより、光モジュールは所望の波長の光を放出する。

【0005】しかし、上記グレーティングファイバ部品はある程度の長さが必要であるので、取り扱いが不便となることが多い。特に、グレーティングファイバ部品を収納するための領域が必要となるため、例えばこのような発光デバイスを用いた光送信器は小型化され難いといった問題がある。また、本発明者の知見によれば、同文献に記載されるタイプのパッケージは、大型になる傾向にあるため、光送信器を小型化する上で好ましくない。さらに、所定の長さの光ファイバに回折格子を1つずつ形成するため、量産性が低いという問題もある。

【0006】また、文献2にも外部共振器型半導体レーザ装置を採用した光モジュールが開示されている。この光モジュールでは、ある程度の長さのピッグテール光ファイバが光モジュールのパッケージから延在している。これらの発光デバイスが回路基板上に搭載される場合、ピッグテール光ファイバは、巻き回され、回路基板上に載置される。すなわち、回路基板上には巻き回されたピッグテール光ファイバを載置する領域が必要となる。例えば、LAN(Local Area Network)といった光通信システムにおいては、回路基板の小型化が重要であり、上記の載置領域を小さくすることが望まれる分野もある。

【0007】そこで、本発明の第1の目的は、回路基板上に搭載の際、ピッグテールファイバの配置領域を縮小可能な構造を有する発光デバイスを提供することにある。また、本発明の第2の目的は、様々な反射波長を有するファイバスタブ部品を量産性良く得られるようにし、発振波長が様々に異なる発光デバイスを量産性良く提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る発光デバイスは、(a)一端、他端および回折格子を有するグレーティングファイバと、一対の端面を有するフェルールとを有するファイバスタブ部品と、(b)グレーティングファイバの一端に光学的に結合される光放出面と光反射面とを有する半導体光增幅素子と、(c)所定の軸に沿って配置された第1、第2および第3の領域を有する搭載部材とを備える。上記グレーティングファイバはその一端および他端の間に設けられた第1および第2の部分を有する。フェルールは上記の第1の部分に配置される。また、グレーティングファイバの他端は、フェルールの一対の端面の一方に現れている。搭載部材の第1の領域は、所定の軸に沿って伸びフェルールを支持するフェルール支持部を有する。第2の領域は、所定の軸に沿って伸びグレーティングファイバを支持する光ファイバ支持部を有する。第3の領域は、半導体光增幅素子を搭載している素子支持部を有する。

【0009】上記の発光デバイスにおいては、ファイバスタブ部品は、フェルールとグレーティングファイバとから構成される。また、ファイバスタブ部品と半導体光增幅素子とは同一搭載部材上に搭載される。したがつ

て、ピッグテール光ファイバを使用することなく、光モジュールが提供される。

【0010】また、本発明による発光デバイスにおいて、搭載部材は、所定の軸に交差するように上記第2の領域と上記第3の領域との間に設けられた突き当面を有している。グレーティングファイバの一端は突き当面に接している。これにより、ファイバスタブ部品は容易に位置決めされる。搭載部材は精度良く形成され得るため、突き当面及び半導体光增幅素子の相対的位置は容易に決定される。したがって、ファイバスタブ部品が突き当面により位置決めされれば、ファイバスタブ部品と半導体光增幅素子との相対的位置が容易且つ精度良く確定される。したがって、光共振器の共振器長を確実且つ容易に所定の値とすることができる。

【0011】さらに、本発明の発光デバイスにおいて、ファイバスタブ部品が有するフェルールは第1の部分に配置され、回折格子は第2の部分に設けられていると好適である。この形態のファイバスタブ部品は、回折格子がまだ形成されていない光ファイバとフェルールとを組立てた後に、当該光ファイバに所望のスペクトルを有する回折格子を形成できる構造を有する。

【0012】また、本発明の発光デバイスにおいて、ファイバスタブ部品はフェルールおよび回折格子を第1の部分に含むような形態を備えても良い。ファイバスタブ部品をこの形態としても、半導体光增幅素子とファイバスタブ部品とを光学的に結合させることにより、外部共振器型半導体レーザ装置を構成できる。

【0013】搭載部材はセラミックスからなると好ましい。また、搭載部材はシリコンからなると尚好ましい。

30 これらの材料から搭載部材を作製すれば、搭載部材が有する第1～3の領域、フェルール支持部、光ファイバ支持部、及び素子支持部といった構成を精度良く形成し得る。

【0014】本発明に係るファイバスタブ部品は、一端、他端および回折格子を有するグレーティングファイバと、一対の端面を有するフェルールとを備える。グレーティングファイバは一端および他端の間に設けられた第1および第2の部分を有し、フェルールは第1の部分に配置され、回折格子は第2の部分に設けられており、40 グレーティングファイバの他端は、フェルールの一対の端面の一方に現れている。

【0015】また、本発明によるファイバスタブ部品は、一端、他端および回折格子を有するグレーティングファイバと、一対の端面を有するフェルールとを備える。グレーティングファイバは一端および他端の間に設けられた第1および第2の部分を有し、フェルールおよび回折格子は第1の部分に配置され、グレーティングファイバの他端は、フェルールの一対の端面の一方に現れている。

50 【0016】本発明に係る光モジュールは、上記発光デ

バイスと、発光デバイスを収容するハウジングとを備える。フェルールの第1の端面は、ハウジングの外に位置している。これにより、上記の光デバイスがハウジング内に収容される。また、光モジュールに接続されるべき外部の光ファイバと光モジュールと、が確実に光学的に結合される。

【0017】本発明による光モジュールは、上記発光デバイスと、発光デバイスを搭載すると共に複数のリード端子を有するリードフレームと、フェルールの第1の端面が外に位置し、且つ上記複数のリード端子が突出するよう、発光デバイスおよびリードフレームを封止する樹脂体とを備える。これにより、外部回路から出力される電気信号を簡便且つ確実に光モジュールへと提供できる。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明に係る発光デバイスの実施形態について図面を参照しながら説明する。以下では、同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

【0019】(第1の実施形態) 図1は、第1の実施形態による発光デバイスの構成を示す斜視図である。図1を参照すると、発光デバイス1は、ファイバスタブ部品2、半導体光増幅素子3、フォトダイオード4、及び搭載部材5を主要部として有する。ファイバスタブ部品2は、半導体光増幅素子3と光学的に結合している。フォトダイオード4は、半導体光増幅素子3と光学的に結合している。

【0020】先ず、ファイバスタブ部品2について図2を参照しながら説明する。ファイバスタブ部品2は、グレーティングファイバ21及びフェルール22を有する。グレーティングファイバ21の長手方向に沿った長さは、例えば8~11mm程度である。また、グレーティングファイバ21の外径は、例えば125μm程度であり、コア径は10μm程度である。フェルール22は、所定の軸に沿って伸びる略管状の部材であり、例えばジルコニアといったセラミックス材料又はプラスチック材料から作製され得る。フェルール22には、所定の軸に沿ってグレーティングファイバ21が挿入される。フェルール22の所定の軸に沿った長さは、例えば5~7mm程度である。

【0021】図2を参照すると、ファイバスタブ部品2は、第1の部分2aと第2の部分2bとを有する。第1の部分2aでは、グレーティングファイバ21の側面がフェルール22で覆われている。第2の部分2bでは、グレーティングファイバ21がフェルールに覆われるこなく露出している。また、グレーティングファイバ21の端面21aは、フェルール22の端面22aに現れている。そのため、グレーティングファイバ21の端面21aと、発光デバイス1からの信号光が入射されるべき外部の光ファイバとの光学的な結合が容易に実現され

る。

【0022】また、グレーティングファイバ21の端面21bは、グレーティングファイバの光軸に対して82°以上86°以下といった角度で傾斜していると好ましい。端面21bは、後述の通り、半導体光増幅素子3と光学的に結合される。このとき、半導体光増幅素子に光学的に結合する端面がグレーティングファイバの光軸に対して90°であると、半導体光増幅素子から放出された光が当該端面で反射され、反射光が半導体光増幅素子へと戻る。そのため、半導体光増幅素子は、例えば発光強度の低下或いは光雑音の発生といった現象が生じる可能性がある。本実施形態においては、グレーティングファイバ21の端面21bは、当該グレーティングファイバ21の光軸に対して傾斜しているので、この端面21bで反射した光が半導体光増幅素子3に入射するのを防ぐことができる。よって、上述の現象の発生が抑制される。また、切断時に端面21bと光軸とのなす角を90°とし、端面21bに反射防止膜を設けるようにしてもよい。このようにすれば、端面21bでの光の反射を低減できるため、反射光が半導体光増幅素子3に戻ることもまた低減される。

【0023】上記の構成を有するファイバスタブ部品2は、例えば以下のように作製される。その作製方法を図3(a)~(f)を参照して説明する。先ず、所定の軸に沿って伸びるフェルール22が用意される(図3(a))。このフェルール22は、ジルコニアといったセラミックスを管状に形成することにより作製され得る。フェルール22の中心軸の方向に沿った長さは、5~7mm程度であってよい。また、フェルール22は、その中心軸に沿って貫通孔が設けられている。貫通孔の直径は、この貫通孔に挿入されるグレーティングファイバ21の外径に従って適宜選択される。

【0024】グレーティングファイバ21は、コア領域にGeO₂が添加された石英ガラス製光ファイバ210から作製される。この光ファイバ210に対して、その強度が空間的に変化する紫外域光Rを照射することにより、光ファイバに回折格子23が形成される(図3(b))。典型的な値を例示すれば、回折格子23のピッチは0.53μm程度でよく、また、回折格子23の全長は1.5mm以上2.0mm以下とすることができる。上述のピッチを有する回折格子23の反射波長は、例えば1550nm帯といった波長帯となり得る。回折格子23の形成後、光ファイバ210を所定の長さに切断し、回折格子23が設けられた光ファイバ211を得る(図3(c))。なお、所定の長さとは、ファイバスタブ部品2完成後のグレーティングファイバ21が有すべき長さにほぼ等しい。

【0025】なお、回折格子は、光ファイバの複数の位置に形成できる。特に、紫外域光の照射後、光ファイバを長手方向に所定の距離だけ移動させ、再び紫外域光を

照射するといった作業を順次繰り返せば、回折格子を短時間に多量に生産することができる。また、回折格子の形成に際して、ピッチ又は長さの異なる複数種類の回折格子を形成するようにしてもよい。このようにして、様々な反射スペクトルを有する回折格子を形成しておくと、波長が種々異なる光を放出する発光デバイスの作製が可能となる。

【0026】次に、フェルール22の貫通孔に所定の熱硬化性接着剤を流し込み(図3(d))、光ファイバ211をフェルール22の貫通孔に挿入する(図3(e))。ここで、光ファイバ211の端部がフェルール22の端面22aから0.5mm程度突き出るようにすると好ましい。フェルール22の端面22bからは、残りの光ファイバ211が延在している。

【0027】その後、フェルール22を所定の温度に加熱することにより接着剤を硬化させる。次に、フェルール22の端面22aを研磨する。この研磨の際には、フェルール22の貫通孔から突き出していた光ファイバ211の端部もまた研磨される。この研磨により、グレーティングファイバ21の端面21aは、フェルール22の端面22aとほぼ同一位置又は僅かに突出するようになる。つまり、ファイバスタブ部品2においては、フェルール22の端面22aにはグレーティングファイバ21の端面21aが現れるようになる。このようにすれば、発光デバイス1からの光が入射されるべき外部の光ファイバとグレーティングファイバ21の端面21aとの接触が確実に実現される。また、端面21aがレンズ化端部を有すると尚好ましい。これにより、外部の光ファイバとの接触がより確実に実現される。

【0028】上記の研磨終了後、フェルール22の端面22bから延在する部分のグレーティングファイバ21が、例えば2~4mmといった長さを有するように当該グレーティングファイバ21を切断する(図3(f))。このとき、上述の通り、グレーティングファイバ21の端面21bがグレーティングファイバ21の光軸に対して、82°以上86°以下といった角度に傾斜される。以上により、フェルール22とグレーティングファイバ21とからなるファイバスタブ部品2が完成する。

【0029】なお、ファイバスタブ部品2は、回折格子23が第2の部分2b(グレーティングファイバ21の露出部)に設けられるよう作製されてもよい。この場合には、ファイバスタブ部品2は以下のように作製され得る。この作製方法を図4(a)~(f)を参照しながら説明する。先ず、フェルール22が用意される(図4(a))。次に、コア領域にGeO₂が添加された石英ガラス製光ファイバを切断して、所定の長さの光ファイバ221を得る(図4(a))。ここで、所定の長さとは、ファイバスタブ部品2完成後のグレーティングファイバ21が有すべき長さ、切断代、及び研磨代を含む長さである。次に、フェルール22の貫通孔に接着剤を流し込み(図4

(c))、光ファイバ221をフェルール22の貫通孔に挿入する。ここで、フェルール22の端面22aからは、光ファイバ221の端部が0.5mm程度突出している。続いて、接着剤を硬化させることにより光ファイバ221とフェルール22とを互いに固定する(図4(d))。その後、フェルール22の端面22aを研磨する。次に、光ファイバ221の延在部に紫外域光Rを照射することにより回折格子23が形成される(図4(e))。最後に、回折格子23を有する光ファイバ22

10 1をグレーティングファイバ21が有すべき長さに切断すると、ファイバスタブ部品2が完成する(図4(f))。なお、グレーティングファイバ21の長さは、半導体光増幅素子3の光反射面と回折格子23との長さが所定値となるように製造上管理されており、すなわち、光共振器長が所定の値となるよう決定される。

【0030】この形態のファイバスタブ部品2は、以下の利点を有する。光ファイバ221とフェルール22とが互いに固定された部材222を多数個併置した上で一時に紫外域光を照射すれば、ファイバスタブ部品2を効率良く作製できる。また、部材222を多数作製しておき、部材222に所望の反射スペクトルを有する回折格子を形成すれば、必要に応じて、所定の反射波長を有するファイバスタブ部品2を作製できる。よって、所定の波長を有する光を放出する発光デバイスを必要に応じて提供し得る。

【0031】次に、半導体光増幅素子3について説明する。半導体光増幅素子3は、例えば、InP基板上に作製されInGaAsPを活性層とする多重量子井戸構造を有し、波長が1550nm程度といった光を放出する。このような半導体光増幅素子3は、高さ300μm、幅300μm、及び高さ120μmといった大きさを有することができる。また、半導体光増幅素子3は、図1に示す通り、光放出面3a及び光反射面3bを有する。光放出面3aは、光反射面3bと対向している。光放出面3aを形成するように、反射率が0.5%以下、好ましくは0.1%以下といった低い値となるよう光透過膜が設けられている。これにより、光放出面3aにおける反射率を低下させることができる。半導体光増幅素子3の光反射面3bは、30%以上95%以下、好ましくは60%以上80%以下である反射率の反射防止膜を有する。これら光透過膜及び反射防止膜は、SiO₂、TiO₂、SiN、Al₂O₃、及びMgF₂といった誘電体を積層した多層誘電体膜とすることができます。上述の光透過膜及び反射防止膜は、各誘電体膜の材料及び膜厚を適宜選定することにより得られる。

【0032】フォトダイオード4としては、例えば、受光部としてInGaAsPを有する端面入射型フォトダイオードを用いることができる。フォトダイオード4は、例えば、長さ450μm、幅450μm、及び高さ50μmといった大きさを有することができる。フォ

トダイオード4は、その受光面が光学的に結合するように半導体光増幅素子3の光反射面3bに対面している。このため、フォトダイオード4は、半導体光増幅素子3の出射光の強度を検知するためのモニタ用フォトダイオードとして作動する。また、フォトダイオード4の受光面は半導体光増幅素子3の光反射面3bに対して所定の角度で傾斜するよう配置される。この配置により、フォトダイオード4からの反射光が半導体光増幅素子3へ戻ることを防止できる。

【0033】続いて、図5を参照しながら、搭載部材5について説明する。搭載部材5は、例えばシリコン(Si)やセラミックから作製されると好ましい。また、搭載部材5は、例えば、長さ7mm程度、幅3mm程度、及び高さ1.2mm程度といった大きさを有することができる。搭載部材5には、所定の軸50に沿って第1の領域5a、第2の領域5b、及び第3の領域5cが設けられている。第1の領域5aと第2の領域5bとの境界には段差が設けられており、この段差により、第1の領域5aに面する側面55が形成される。第1の領域5aには、所定の軸50に沿って延びるフェルール支持部51が設けられている。フェルール支持部51は、2つの支持面51a、51bを有する。これら支持面51a、51bにより、フェルール支持部51の延在方向と直交する断面は略V字形となる。これらの支持面51a、51bは、図1に示す通り、ファイバスタブ部品2の第1の部分2a、すなわち、フェルール22の側面を支持する。

【0034】搭載部材5の第2の領域5bには、所定の軸50に沿って延びる光ファイバ支持部52が設けられている。光ファイバ支持部52は2つの支持面52a、52bを有する。光ファイバ支持部52の延在方向と直交する断面は略V字形である。これら支持面52a、52bは、図1に示す通り、ファイバスタブ部品2の第2の部分2b、すなわち、グレーティングファイバ21の露出部を支持する。フェルール支持部51及び光ファイバ支持部52は、所定の軸50に沿って互いに連続している。

【0035】さらに、搭載部材5には、搭載部材5の第2の領域5bと第3の領域5cとを分離するよう溝53が設けられている。溝53は、所定の軸50と直交するよう延在している。また、溝53の断面は、2つの側面53a、53bと底面53cとを有する矩形状となる。また、溝53は、光ファイバ支持部52より深く形成されている。

【0036】搭載部材5の第3の領域5cは素子搭載部54を有する。素子搭載部54には、半導体光増幅素子3及びフォトダイオード4が搭載される。素子搭載部54は、半導体光増幅素子3に対して駆動信号を供給するための配線54a、54bを有する。また、素子搭載部54は、フォトダイオード4からの出力信号を取り出す

ための配線54c、54dを有する。さらに、素子搭載部54は、半導体光増幅素子3の搭載位置を決定するための位置決めマーク54s、及びフォトダイオード4の搭載位置を決定するための位置決めマーク54tを有する。

【0037】搭載部材5は、(100)を主面とするSi基板を用いて作製されると特に好ましい。このようなSi基板を用いれば、フォトリソグラフィによってマスクパターンを形成し、エッティングを行なうことにより、上記のフェルール支持部51、光ファイバ52、及び溝53は容易に且つ精度良く形成される。また、例えばKOH溶液といったエッティング速度に異方性を有するエッティング液を使用すると好適である。このようなエッティング液を用い、上記の軸50の方向を所定の結晶方位と一致させれば、KOH溶液によるエッティングの速度が遅い(111)面又は(111)面と等価な結晶面により、支持面51a、51b及び52a、52bが形成され得る。すなわち、V字状断面の溝をフェルール支持部51及び光ファイバ支持部52のために形成できる。ここで、エッティング時間とマスクパターンの開口幅とを適宜変更することによって、図5に示すように、それぞれ幅の異なるフェルール支持部51及び光ファイバ支持部52を形成できる。また、溝53として、ダイシング加工により、[100]方向に沿う矩形状断面の溝を形成できる。なお、(100)を主面とするSi基板から搭載部材5を作製する場合、第1の領域5aと第2の領域5bとの境界に段差を設けなくとも良い。この段差がなければ、フォトリソグラフィの際に所定のレジスト膜を略均一に塗布できるようになるので、フェルール支持部51及び光ファイバ支持部52の位置精度をより高くできる。また、段差を設けない場合には、段差を設ける場合に比べフェルール支持部51をより深く形成する必要がある。フェルール支持部51をより深く形成する場合には、フェルール支持部51の断面を略台形状とすることができる。

【0038】また、半導体光増幅素子3及びフォトダイオード4の所定の位置決めマーク54s、54tもまたフェルール支持部51、光ファイバ支持部52、及び溝53と同時に形成できる。このため、これら支持部51、52及び溝53と位置決めマーク54s、54tとの相対位置の精度を高くすることができる。配線54a～54dは、所定のフォトリソグラフィ及び蒸着又はスパッタリングといった金属膜堆積法を利用することにより形成され得る。

【0039】図6(a)及び(b)は、搭載部材5上に半導体光増幅素子3及びフォトダイオード4を固定する工程を説明する図である。半導体光増幅素子3は、位置決めマーク54sと画像認識とを利用した位置合せが行われた後、素子搭載部54上に自動ポンディングされる(図6(a))。自動ポンディングにおいては、AuSnやS

$n\text{Pb}$ といったハンダを用いることにより半導体光増幅素子3の裏面電極と配線54bとが電気的に接続される。この後、金線といったボンディングワイヤにより、半導体光増幅素子3の表面電極と配線54aとが結線される(図6(b))。これにより、半導体光増幅素子3の素子搭載部54上への搭載が終了する。フォトダイオード4に対しても、半導体光増幅素子3と同時に略同一の工程が実施され、フォトダイオード4が素子搭載部54上に搭載される。

【0040】図7(a)、(b)及び図8(a)、(b)は、ファイバスタブ部品2を搭載部材5に固定する工程を説明する図である。図7(a)に示すように、ファイバスタブ部品2を載置する。この載置により、ファイバスタブ部品2のフェルール22がフェルール支持部51に支持され、露出したグレーティングファイバ21が光ファイバ支持部52に支持される。図7(b)は、図7(a)のI—I線に沿った断面の要部を示す図である。グレーティングファイバ21は、その端面21bが溝53の側面53aと接するよう載置される。つまり、側面53aは、ファイバスタブ部品2の突き当て面として利用される。これにより、ファイバスタブ部品2の回折格子23と半導体光増幅素子3の光反射面3bとの距離、つまり共振器長が決定される。なお、グレーティングファイバ21の端面22bと半導体光増幅素子との間の距離は、例えば20~70μm程度になる。また、光ファイバ支持部52の所定の軸50に沿う長さは、ファイバスタブ部品2の第2の部分2b(グレーティングファイバ21の露出部)の同方向に沿う長さよりも短い。

【0041】図8(a)を参照すると、グレーティングファイバを固定する工程が示されている。光ファイバ支持部52を避けるように搭載部材5の第2の領域に接着剤として紫外線硬化樹脂56を滴下し、固定部材25でグレーティングファイバ21を上から覆う。その後、紫外域光を照射することにより紫外線硬化樹脂56を硬化すると、固定部材25が搭載部材5に対して固定される。これにより、ファイバスタブ部品2のグレーティングファイバ21が固定される。固定部材25は、紫外域光を透過する材料から成り、例えば石英ガラス製である。また、固定部材25には、グレーティングファイバ21を収容する溝55aが設けられていると好ましい。これにより、グレーティングファイバ21は確実に固定される。

【0042】続いて、図8(b)に示すように、ファイバスタブ部品2のフェルール22と、搭載部材5の第1の領域とに紫外線硬化樹脂57を塗布する。この後、紫外線硬化樹脂に紫外域光を照射して当該樹脂を硬化する。これにより、ファイバスタブ部品2のフェルール22が搭載部材5に対して固定される。さらに、グレーティングファイバ21の端面21b及び半導体光増幅素子3の間に、保護材として例えばシリコーン系の光透過性樹脂

58をポッティングする。この光透過性樹脂58は、半導体光増幅素子3及びグレーティングファイバ21の間を往復する光が双方へ入射されるのを妨げないような屈折率を有している必要がある。以上の工程により、第1の実施形態の発光デバイス1が完成する。

【0043】発光デバイス1は以下の通り動作する。発光デバイス1において、配線54a、54bを介して半導体光増幅素子3に所定の信号を含んだ電流を流すと、その光放出面3aから光が放出される。この光は、ファイバスタブ部品2の端面21bを透過してファイバスタブ部品2内に入射する。その後、ファイバスタブ部品2に設けられた回折格子23と半導体光増幅素子3の光反射面3bとの間でレーザ発振が生じる。レーザ発振により発生したレーザ光は、ファイバグレーティング21を透過し、端面21aから外部へ放出される。そして、ファイバスタブ部品2と光学的に結合されるよう外部の光ファイバが配置されると、この光ファイバにレーザ光が導入される。

【0044】以上のように、発光デバイス1においては、ファイバスタブ部品2が用いられ、ファイバスタブ部品2に設けられた回折格子23と半導体光増幅素子3の光反射面3bとにより光共振器が構成される。ファイバスタブ部品2は、ピッグテール光ファイバに比べて小さく、しかも、ファイバスタブ部品2の第2の部分2b(グレーティングファイバ21の露出部)は搭載部材5上に配置される。故に、ピッグテール光ファイバを有する発光デバイスに比べ、発光デバイス1は容易に小型化される。

【0045】また、ファイバスタブ部品2に設けられる回折格子23は、光ファイバに紫外域光を照射することにより容易に且つ量産性良く作製される。ファイバスタブ部品2は、回折格子23を有するグレーティングファイバ21をフェルール22の貫通孔に挿入した後に、フェルール22の端面22aを研磨することによりファイバスタブ部品2が製造されるので、量産性良く作製され得る。

【0046】また、ファイバスタブ部品2、半導体光増幅素子3、及びフォトダイオード4は搭載部材5の一面上に表面実装されるので、これらの搭載には、画像認識及び自動ボンディングといった作業方法を採用できる。そのため、製造工程が簡素化される。

【0047】さらに、搭載部材5には、フェルール支持部51、光ファイバ支持部52、溝53、位置決めマーク54s、54t、及び配線54a~54dが精度良く形成される。そのため、搭載部材5上には、ファイバスタブ部品2、半導体光増幅素子3、及びフォトダイオード4を相対的位置精度が高い状態で搭載できる。つまり、これらを搭載する際、光軸合せといった工程を行なう必要がなく、その結果、製造工程が簡略化される。

【0048】さらにまた、発光デバイス1においては、

ファイバスタブ部品2と半導体光増幅素子3との間隔を20~70μm程度とすることができるため、集光レンズを使用することなく、この双方を光学的に結合できる。そのため、集光レンズに要するコスト及びその工程を削減できる。工程が削減される例を挙げると、集光レンズを金属製キャップといった部品を介して搭載する場合は、光軸合せ工程を実施した後、キャップを所定の搭載部材に溶接する工程が必要であった。しかし、光デバイス1の製造においては、光軸合せ工程も溶接工程も必要ない。

【0049】さらに、発光デバイス1は、ファブリペロ一型半導体レーザ素子、又はDFB型半導体レーザ素子を用いた従来の発光デバイスに比して、以下の利点を有する。従来の発光デバイスでは、駆動状態の変化によりこれらの半導体レーザ素子の温度が変化した場合、半導体レーザ素子に備わる光共振器長が変化するため、発光デバイスから放出される光の波長が変化してしまう。そのため、半導体レーザ素子の温度が一定化されるよう温度制御装置が使用されていた。しかしながら、第1の実施形態による発光デバイスにおいては、グレーティングファイバに形成される回折格子と半導体光増幅素子の光反射面とにより光共振器が構成される。そのため、グレーティングファイバは半導体光増幅素子の温度変化の影響を受けることが殆どない。よって、発光デバイス1では、温度変化に伴う発振波長変化は低減され得る。

【0050】(第2の実施形態)上記の第1の実施形態において説明した発光デバイス1は、例えば、回路基板上に搭載されて使用され得るが、パッケージに収容され光モジュールとして使用される。第2の実施形態では、第1の実施形態による発光デバイス1が適用された光モジュールについて説明する。

【0051】図9は、光モジュールの構成を示す一部破断斜視図である。同図に示す通り、光モジュール10は、発光デバイス1、発光デバイス1を収納する樹脂体35、光デバイス1と外部回路とを電気的に接続する端子10aを有する。また、樹脂体35は嵌合部36を有する。さらに、樹脂体35からは、ファイバスタブ部品2のフェルール22が突出している。以下に、光モジュール10の作製工程について説明する。

【0052】図10(a)、(b)及び図11(a)、(b)は、光モジュールを作製する工程を説明する図である。図10(a)に示す通り、先ず、発光デバイス1はリードフレーム部品30に搭載される。リードフレーム部品30は、発光デバイス1が搭載されるダイパッド31、光モジュールの端子となるべき複数のリード32、及び外枠33を有する。このリードフレーム部品30に発光デバイス1が固定される。すなわち、ダイパッド31に銀ペーストが塗布され、発光デバイス1とリードフレーム部品30との位置合わせが行われた後、ダイパッド31に発光デバイス1が載置される。これにより、発光デバイス1がリードフレーム部品30に対して固定される。

【0053】次に、金線といったポンディングワイヤを用いて、発光デバイス1の配線54a~54dと各リード32とを電気的に接続する(図10(b))。その後、ファイバスタブ部品2、固定部材25、半導体光増幅素子3、フォトダイオード4、及び配線54a~54dが覆わるようにシリコーン系の樹脂38が塗布される(図11(a))。そして、発光デバイス1とリード32の一部とがトランスファモールドにより形成されたエポキシ系の樹脂体35によって封止される。この後、各リード32をリードフレーム部品30の外枠33から切り離してリードフレームを形成する。これにより、図11(b)にその概観を示すように、所謂ガルウイング型の光モジュール10が完成する。なお、光モジュール10は、例えば、長さ13mm程度、幅6mm程度、及び厚さ4mm程度といったサイズを有することができる。

【0054】光モジュール10は、外部の光ファイバに対して以下のように接続される。すなわち、図12に示すように、光モジュール10は、光コネクタ73と接続される。光コネクタ73は光ファイバ70の一端に設けられている。この接続は、光ジュール10の嵌合部36を光コネクタ73の嵌合部72に嵌めあわせることにより可能となる。これにより、グレーティングファイバの第1の端面21aと光ファイバ70の端面70aとが光学的に結合される。以上のようにして、光ファイバ70は光モジュール10に対して容易且つ確実に接続される。光モジュール10においては、樹脂体35に設けられた嵌合部36と樹脂体35から延在するフェルール22とにより、外部の光ファイバを接続する接続手段が構成されている。

【0055】光モジュール10は、リード32から形成された端子10aを有している。そのため、端子10aを用いることにより、光モジュール10を回路基板へ表面実装することも可能である。

【0056】(第3の実施形態)次に、光モジュール10が好適に適用された多波長光通信システムについて説明する。図13は、多波長光通信システムの構成を示す概略図である。多波長光通信システム100は、光送信器111~118と、合波器120と、分波器130と、光受信器141~148とを有する。また、多波長光通信システム100は、光送信器111~118と合波器120とを接続する光ファイバ111f~118fと、合波器120と分波器130とを繋ぐ光伝送路150と、分波器130と光受信器141~148とを接続する光ファイバ141f~148fとを備える。また、光送信器111~118には、図示しない出力装置がそれぞれ接続され、各出力装置から電気信号が光送信器111~118へと出力される。

【0057】光送信器111~118は、それぞれ発振波長が異なる光モジュール161~168を備える。光

モジュール161～168は、発振光の波長が異なる点を除いて、光モジュール10と同一の構成を有する。故に、光モジュール161～168は、反射波長が λ_1 ～ λ_8 である回折格子23を有するファイバスタブ部品2を有している。そのため、光モジュール161～168は波長が λ_1 ～ λ_8 であるレーザ光を放出する。これらの波長を例示的に示せば、 $\lambda_1 = 1536.6\text{ nm}$ であり、 $\lambda_{i+1} = \lambda_i + 3.2\text{ nm}$ (iは7以下の自然数)といった関係とすることができる。

【0058】光モジュール161～168から放出されるレーザ光は、1500nm帯の波長に限らず、1300nm帯又は1480nm帯の波長を有することもできる。さらに、例えば、1300nm帯において異なる4つの波長をそれぞれ有する4つの光モジュールと、1500nm帯において異なる4つの波長をそれぞれ有する4つの光モジュールと、を組み合わせて用いるようにしてもよい。

【0059】以下、多波長光通信システム100の動作について説明する。光送信器111～118は各出力装置から出力された電気信号を受ける。光送信器111～118において、光モジュール161～168によって電気信号が光信号に変換される。これらの波長 λ_1 ～ λ_8 の信号光は、光モジュール161～168から光ファイバ111f～118fへ入射される。波長 λ_1 ～ λ_8 のレーザ光は、光ファイバ111f～118fを通って合波器120に到達した後、合波器120において合波され波長多重信号光になる。波長多重信号光は、光伝送路150を通して分波器160に到達する。分波器160においては、波長多重信号光が波長 λ_1 ～ λ_8 の信号光へと分波され、分波された信号光はそれぞれ光ファイバ141f～148fを通って光受信器141～148に至る。光受信器141～148は、波長 λ_1 ～ λ_8 の信号光を電気信号へと変換して外部の回路へ出力する。

【0060】このような多波長光通信システム100においては、光送信器111～118に光モジュール10と同一形態の小型の光モジュールが使用されているため、光送信器111～118自体をも小型化できる。また、発振波長が λ_1 ～ λ_8 である複数個の発光デバイスは、反射波長が異なるグレーティングファイバを備えるファイバスタブを用いることにより容易に製造される。したがって、光モジュール10によれば、多波長光通信システムが容易に実現でき、しかもシステムを小型化できる。

【0061】以上、幾つかの実施形態を用いて本発明に係る発光デバイス及び光モジュールについて説明したが、本発明は、これらの実施形態に限られることなく、様々な変形が可能である。

【0062】上記発光デバイス1の搭載部材5は、Si基板を用いて作製されたが、アルミナ(Al₂O₃)といったセラミックスを用いて作製されて良い。セラミックス

を用いる場合には、フェルール支持部51、光ファイバ支持部52、及び溝53は機械加工により形成することができる。特に、溝53の形成にはダイシングといった機械加工を採用できる。

【0063】第2の実施形態において、発光デバイス1を樹脂体により封止しガルウィング型の光モジュールを構成する場合を説明したが、本発明に係る発光デバイスに対しては種々の収容方法を採用できる。また、第2の実施形態による光モジュール10の嵌合部は、図8(e)10に示した型式に限られることなく、光コネクタに合せて選択されてよい。

【0064】第3の実施形態においては、光送信器111～118は、光モジュール10と略同一の構成を有する光モジュールを備えているが、第1の実施形態による発光デバイス1を備えるようにしてもよい。この形態においては、発光デバイス1を光送信器111～118内の回路基板上に搭載するとともに、光ファイバ111f～118fは発光デバイス1と光学的に結合される。

【0065】
20【発明の効果】以上説明したように、本発明の発光デバイスによれば、回路基板上に搭載の際、ピッグテールファイバの配置領域を縮小可能な構造を有する発光デバイスが提供される。また、本発明の発光デバイス及び光モジュールによれば、様々なプラック反射波長を有するファイバスタブ部品を量産性良く、得られるようにし、発振波長が様々に異なる発光デバイスを量産性良く、提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、第1の実施形態による発光デバイスの構成を示す斜視図である。

【図2】図2は、ファイバスタブ部品の構成を示す斜視図である。

【図3】図3(a)～(f)は、一の形態のファイバスタブ部品の作製方法を説明する図である。

【図4】図4(a)～(f)は、他の形態のファイバスタブ部品の作製方法を説明する図である。

【図5】図5は、発光デバイスが有する搭載部材の構成を示す斜視図である。

【図6】図6(a), (b)は、搭載部材上に半導体光增幅素子及びフォトダイオード(PD)を固定する工程を説明する図である。

【図7】図7(a)は、ファイバスタブ部品を搭載部材に固定する工程を説明する図である。図7(b)は、図7(a)のI—I線に沿った断面の要部を示す図である。

【図8】図8(a), (b)は、ファイバスタブ部品を搭載部材に固定する工程を説明する図である。

【図9】図9は、光モジュールの構成を示す一部破断斜視図である。

【図10】図10(a), (b)は、光モジュールを作製する工程を説明する図である。

【図11】図11(a), (b)は、光モジュールを作製する工程を説明する図である。

【図12】図12は、光ファイバと光モジュールとの接続方法の一例を説明する図である。

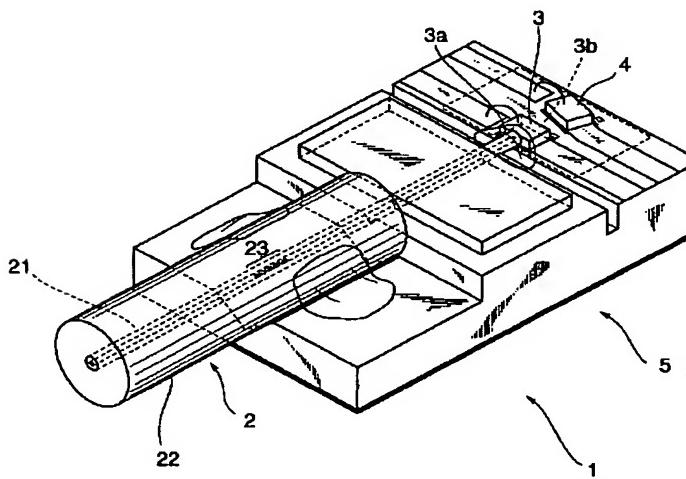
【図13】図13は、多波長光通信システムの構成を示す概略図である。

【符号の説明】

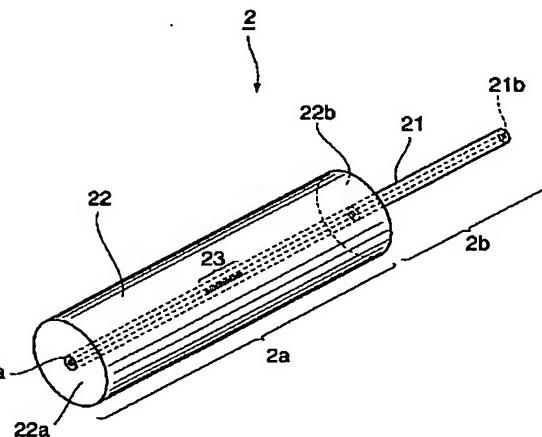
1…発光デバイス、2…ファイバスタブ部品、3…半導体光増幅素子、4…フォトダイオード、5…搭載部材、
5a, 5b, 5c…領域、10…光モジュール、21…光モ
ジュール。

グレーティングファイバ、22…フェルール、23…回折格子、25…固定部材、30…リードフレーム部品、31…ダイパッド、32…リード、33…外枠、35…樹脂体、36…嵌合部、51…フェルール支持部、52…光ファイバ支持部、53…溝、54…素子搭載部、54s, 54t…位置決めマーク、54a～54d…配線、100…多波長光通信システム、111…光送信器、120…合波器、130…分波器、141…光受信器、150…光伝送路、160…分波器、161…光モジュール。

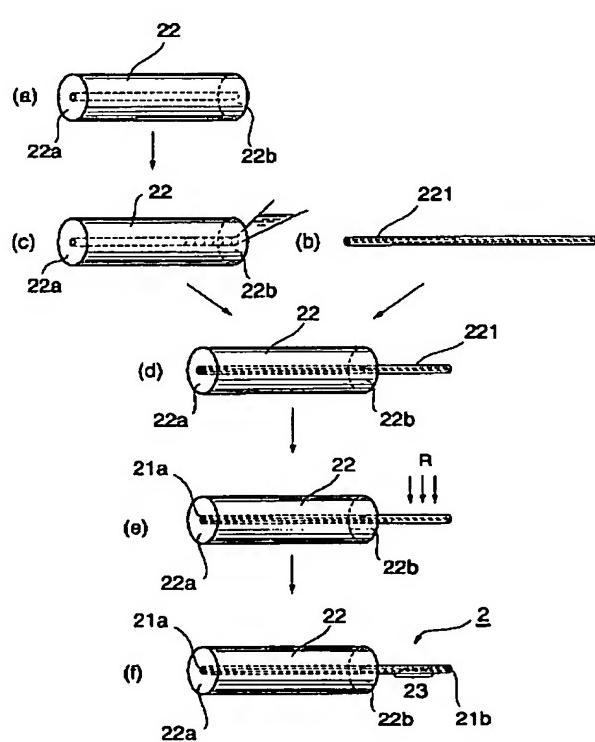
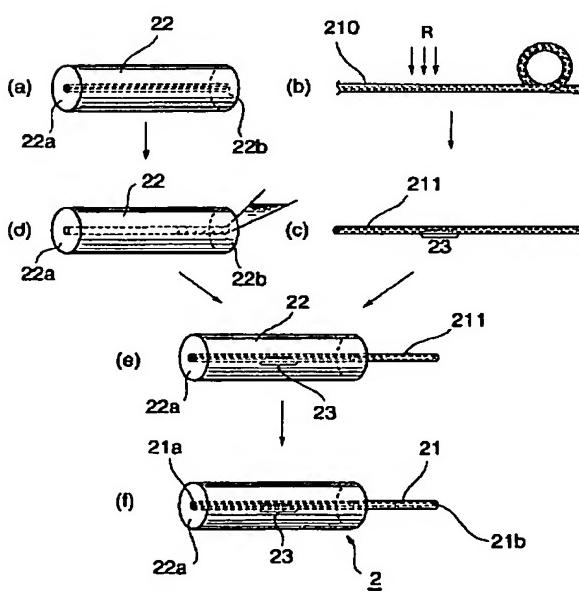
【図1】



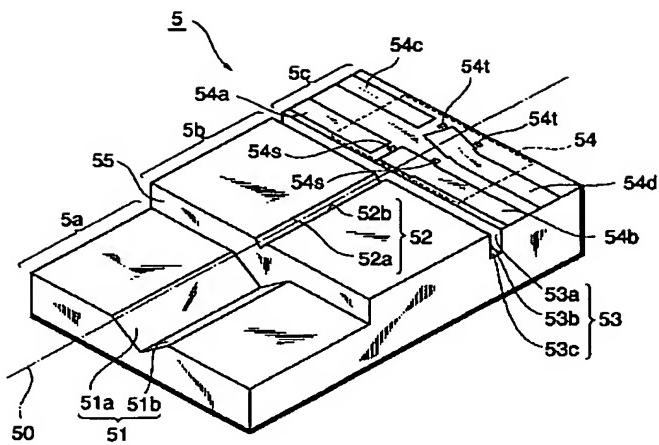
【図2】



【図3】

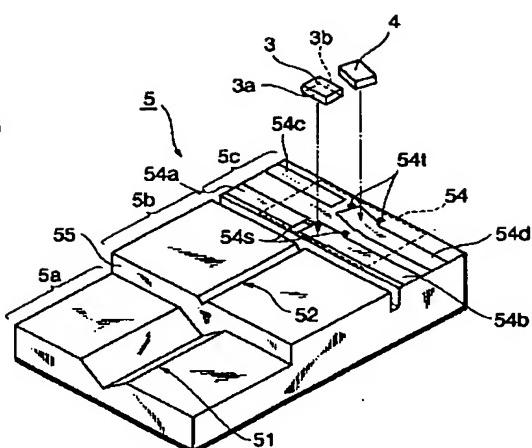


【図5】



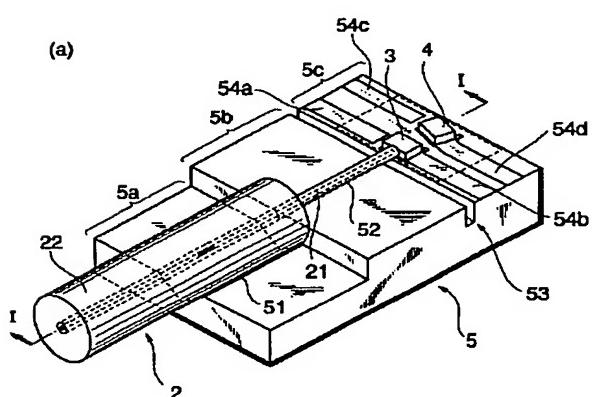
(a)

【図6】

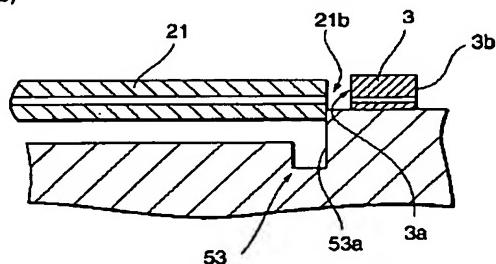


(b)

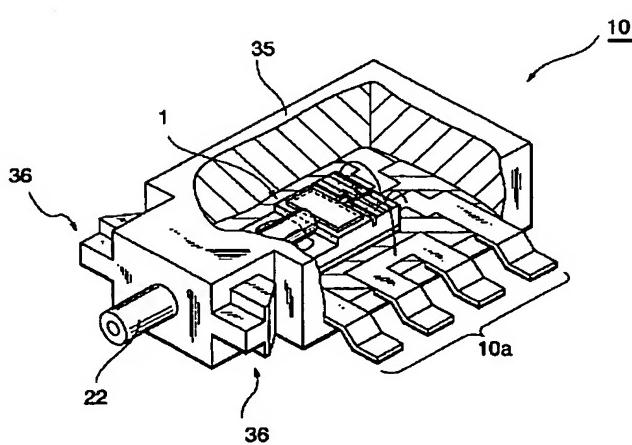
【図7】



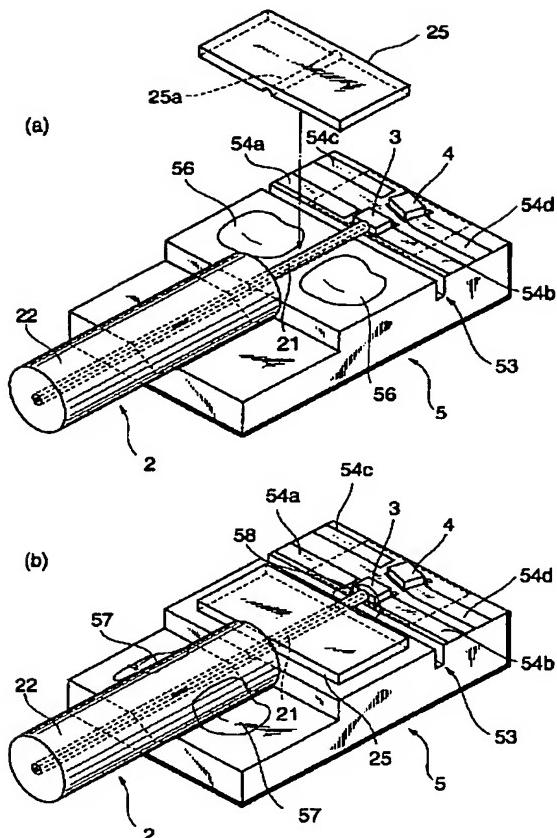
(b)



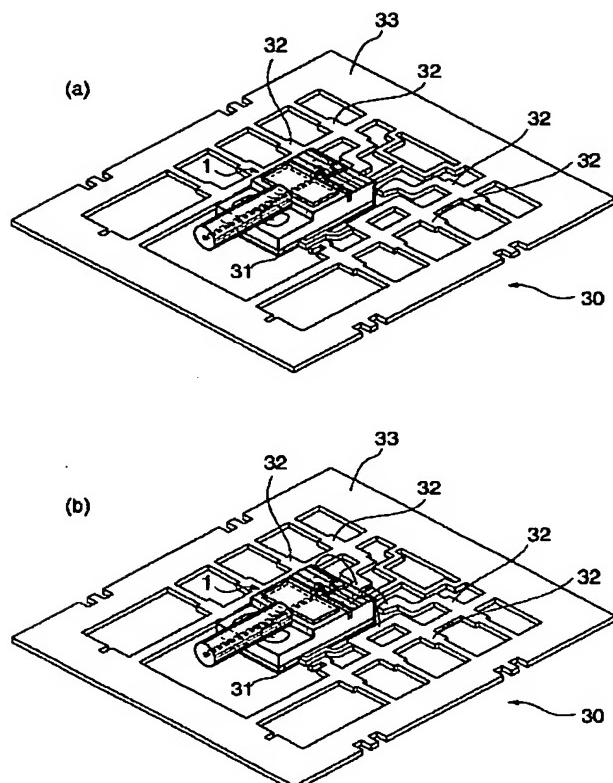
【図9】



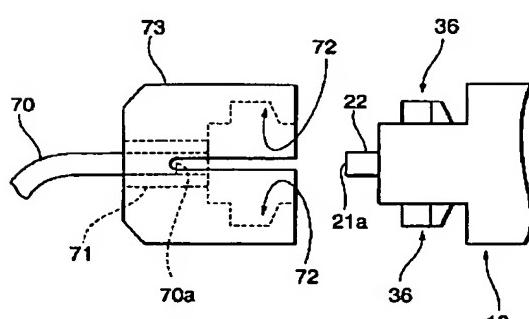
【図 8】



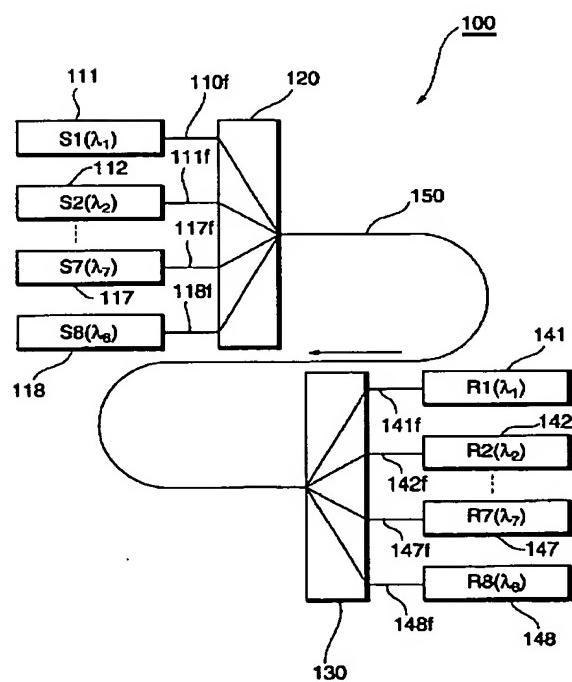
【図 10】



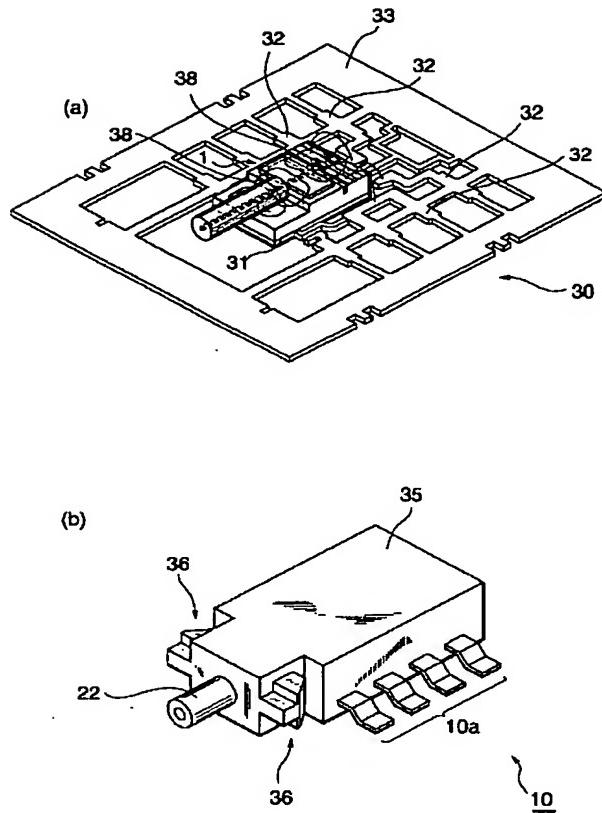
【図 12】



【図 13】



【図11】



フロントページの続き

(72) 発明者 工原 美樹
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
気工業株式会社横浜製作所内

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA04 CA05 CA33 DA03
DA04 DA12
2H050 AC84
5F073 AB25 AB28 AB29 BA01 BA02
EA03 FA02 FA07 FA13 FA28
FA29

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.